

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-066383

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

H02P 7/622

H02P 5/402

H02P 21/00

(21)Application number : 08-221170

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 22.08.1996

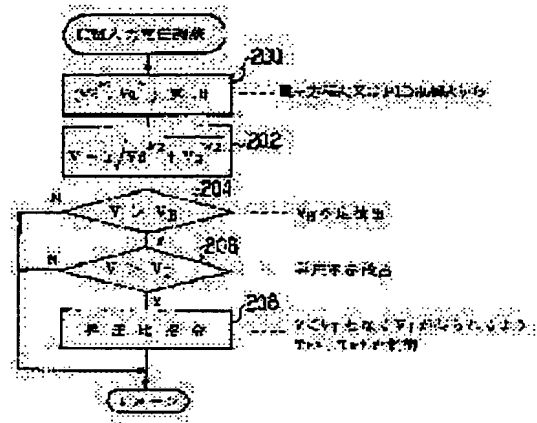
(72)Inventor : AKAO NORIHIKO

(54) DRIVE CONTROLLER FOR PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate the need of field-weakening control.

SOLUTION: Based on the torque command and the r.p.m. of a motor, a motor terminal voltage or an IPM(intelligent power module) input voltage V required for realizing a target operating point is calculated (202). When the voltage V is lower than the battery voltage VB (204), a booster circuit is inserted between a battery and the IPM and after the battery voltage VB is boosted to a level VI(>V), the boosted voltage is applied between DC terminals of the IPM.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.08.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-18305

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 18.09.2003

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-66383

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月6日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 2 P 7/622	3 0 3		H 0 2 P 7/622	3 0 3 M
5/402	3 0 3		5/402	3 0 3
21/00			5/408	C

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平8-221170

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月22日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 赤尾 憲彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

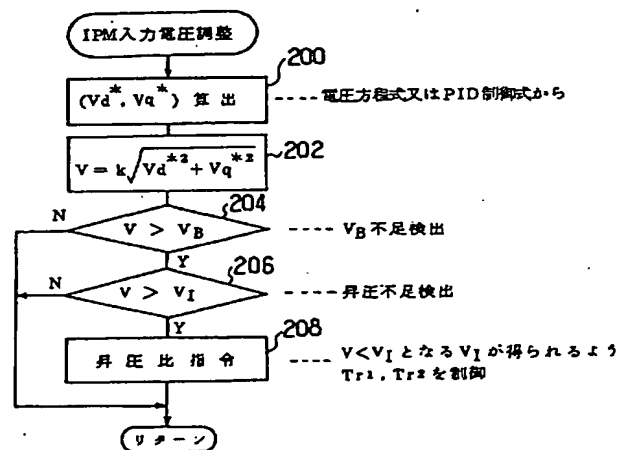
(74) 代理人 弁理士 吉田 研二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 永久磁石型同期モータの駆動制御装置

(57) 【要約】

【課題】 弱め界磁制御を不要にする。

【解決手段】 トルク指令及びモータ回転数に基づき、目標動作点を実現するために必要なモータ端子電圧又はIPM入力電圧Vを算出する(202)。電圧Vがバッテリー電圧VBを下回っているときに(204)、バッテリーとIPMの間に昇圧回路を挿入し、バッテリー電圧VBをV<VIとなる電圧VIまで昇圧したうえでIPMの直流端子間に印加する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 バッテリと永久磁石型同期モータの間に接続されバッテリー電圧をモータ電流に変換する電力変換器を用い、当該永久磁石型同期モータを制御する駆動制御装置において、

上記電力変換器への供給に先立ちかつ指令に応じ、上記バッテリー電圧を昇圧する昇圧回路と、

上記永久磁石型同期モータの目標動作点とその出力可能領域に属しているか否かを、上記バッテリー電圧の検出値に基づき判定する判定手段と、

判定手段にて属していないと判定されたときに、上記目標動作点の位置に応じ上記昇圧回路に指令することにより、当該目標動作点が属することになるよう上記出力可能領域を拡張する手段と、

を備えることを特徴とする駆動制御装置。

【請求項2】 請求項1記載の駆動制御装置において、上記昇圧回路を介さない導通経路を当該昇圧回路前後の電圧差に応じ上記バッテリーと上記電力変換器の間に形成／遮断する自律型ゲート素子を備え、

昇圧を実行していないときに上記昇圧回路が上記自律型ゲート素子により自動的にバイパスされることを特徴とする駆動制御装置。

【請求項3】 請求項1記載の駆動制御装置において、上記昇圧回路を介さない導通経路を指令に応じ上記バッテリーと上記電力変換器の間に形成／遮断する可制御型ゲート素子と、

上記目標動作点が回生側に属しているときに上記可制御型ゲート素子に指令を与え上記導通経路を強制的に形成させる手段と、

を備えることを特徴とする駆動制御装置。

【請求項4】 請求項1記載の駆動制御装置において、上記昇圧回路が、上記バッテリーから放電されるエネルギーを蓄積する受動素子と、指令に応じ上記受動素子を上記電力変換器の正側及び負側入力端子に切替接続する能動素子と、を有し、

上記駆動制御装置が、上記目標動作点が力行側に属しているときには判定手段における判定の結果及び当該目標動作点の位置に応じて、また当該目標動作点が回生側に属しているとき及び／又は上記永久磁石型同期モータを始動するときには上記受動素子を介した電流経路が上記バッテリーと上記電力変換器との間に形成されるよう、上記能動素子に指令する手段を備えることを特徴とする駆動制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、永久磁石型同期モータ（以下PMモータと呼ぶ）を制御する駆動制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 電気自動車の車両走行用モータに対して

は、その小形化が強く要請されている。励磁束の発生手段として永久磁石を用いたモータであるPMモータは、単位体積当たり界磁起磁力が大きく従ってその他の種類のモータに比べその小形化が容易であることから、その車両走行用モータとしてPMモータを使用した電気自動車がこれまで各種提案されている。

【0003】 電気自動車の車両走行用モータに対しては、同時に、広い速度範囲（回転数範囲）をカバーすることも要請されている。この要請に応える手法としてこれまで用いられてきているのが、ベクトル制御の一部分である弱め界磁制御である。ここに、ベクトル制御とは、モータ電流 I_M をトルク電流成分 I_d 及び界磁電流成分 I_q に別けて目標制御する方法である。これらの成分のうち、 I_q は主磁束即ち永久磁石にて得られる励磁束との鎖交によってトルク（マグネットトルク）を発生させる成分である。また、 I_d は主磁束を部分的に補助し又は打ち消す励磁束を発生させる成分であり、モータに突極性がある場合には I_d も $I_d \cdot I_q$ に比例するトルク（リラクタンストルク）を発生させる。モータの速度範囲を拡張しようとする、即ちより高速回転の領域までモータの動作可能領域を延ばそうとすると、速度起電力 $\omega \cdot E_0$ 即ち主磁束 E_0 にて生じモータの回転角速度 ω に比例する起電力が原因となって、一般には回転数 N の上昇に応じてモータの端子電圧が上昇し、しばしば電源電圧たるバッテリー電圧 V_B に相当する値を上回ってしまう。これを防ぐため E_0 を打ち消す方向の励磁束を I_d の制御により発生させ、モータの動作可能領域を通常界磁領域よりも高回転側の弱め界磁領域まで延ばす手法（図6参照）が、上掲の弱め界磁制御であり、これを実行することにより、比較的小出力のモータでも高速回転領域をカバーできる。なお、ベクトル制御には絶対値及びトルク角による態様もあるが、 I_d 、 I_q による態様と等価であるため、以下の説明では区別しない。

【0004】 弱め界磁制御には、このような利点がある反面、効率低下という側面もある。例えば、弱め界磁制御を行っているときの I_d （以下、弱め界磁電流とも呼ぶ）が多すぎると、トルク発生に寄与しない又は寄与しにくい電流成分である I_d が増えることによって損失が増えてしまう。逆に、弱め界磁電流が少なすぎると弱め界磁本来の目的の達成に支障となる。即ち、モータ出力制御のため電源たるバッテリーと駆動対象たるモータの間に設けた電力変換器にストレスが加わる他、必要な I_q を出力できなくなる等の支障も生じる。これらを緩和する方法として、本願出願人は、先に、 V_B に応じて弱め界磁電流の値を変化させる方法を提案している（特開平7-107772号公報参照）。この方法によれば、弱め界磁制御にて発生する損失を、バッテリーの電圧あるいは充電状態との関連においては最小化最適化できる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、弱め界

磁制御を行っている限り、弱め界磁電流に起因した損失の発生やこれによるシステム効率の低下を無くすことはできない。本発明の目的の一つは、バッテリー電圧の昇圧という手段を新たに採用することによって、弱め界磁制御を不要とし、ひいてはシステム効率の改善を実現することにある。本発明の目的の一つは、PMモータの目標動作点の位置に応じて昇圧制御を行うことによって、PMモータの動作可能な速度範囲を従来と同程度以上に維持確保することにある。本発明の目的の一つは、バッテリー電圧が低いときには昇圧を行わないようにすることによって、昇圧回路における損失の発生を抑制し、システム効率を更に改善することにある。本発明の目的の一つは、昇圧回路を自律的にバイパスする手段を提供することによって、より自動化されたシステムを実現することにある。本発明の目的の一つは、昇圧回路を強制的にバイパスする手段を提供することによって、回生制動等必要が生じたときに昇圧回路をバイパスできるようにすることにある。本発明の目的の一つは、昇圧回路の利用によって、突入防止回路を廃止できるようにすることにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するため、本発明は、バッテリーとPMモータの間に接続されVBをIMに変換する電力変換器を用い、当該PMモータを制御する駆動制御装置において、上記電力変換器への供給に先立ちかつ指令に応じ、上記VBを昇圧する昇圧回路と、上記PMモータの目標動作点がその出力可能領域に属しているか否かを、上記VBの検出値に基づき判定する判定手段と、判定手段にて属していないと判定されたときに、上記目標動作点の位置に応じ上記昇圧回路に指令することにより、当該目標動作点が属することになるよう上記出力可能領域を拡張する手段と、を備えることを特徴とする。かかる構成においては、例えば、PMモータの目標動作点が現在のVBの下での出力可能領域よりも高回転側に位置しているときに、この目標動作点が出力可能領域に含まれることになるよう、VBが昇圧される。このように、Idの発生乃至増大を招かない本発明の手法においては、Idに起因した損失の発生やこれによるシステム効率の低下を無くすことが可能になる。また、本発明の手法は、力行可能領域の拡張という点では弱め界磁制御と同じ性格を有しているため、PMモータの動作可能な速度範囲を従来と同程度以上に維持確保できる。

【0007】本発明は、昇圧回路を常時利用する構成に限定されるものではない。例えば、昇圧回路を介さない導通経路を昇圧回路前後の電圧差に応じバッテリーと電力変換器の間に形成／遮断する自律型ゲート素子（例えばダイオード）を設けることにより、昇圧を実行していないときに昇圧回路を自律型ゲート素子にてバイパスすることができる。即ち、VBが低いときに昇圧を行わないよう

にすることで、昇圧回路における損失の発生を抑制し、システム効率を更に改善することができる。また、このバイパス形成／遮断は自律型ゲート素子により自律的に即ち自動的に実行されるため、そのための制御装置又は手順は不要である。あるいは、昇圧回路を介さない導通経路を指令に応じバッテリーと電力変換器の間に形成／遮断する可制御型ゲート素子（例えばサイリスタ）と、目標動作点が回生側に属しているときに可制御型ゲート素子に指令を与え上記導通経路を強制的に形成させる手段とを、設けることにより、回生制動等の必要に応じ昇圧回路をバイパス可能になる。

【0008】本発明は、昇圧回路を昇圧のみに利用する構成に限定されるものではない。例えば、昇圧回路として、バッテリーから放電されるエネルギーを蓄積する受動素子（昇圧リアクトル等）と、指令に応じこの受動素子を電力変換器の正側及び負側入力端子に切替接続する能動素子（トランジスタ等）とを有する回路を用いるのであれば、回生時の経路形成にこれらの素子を利用でき、また、突入防止回路、即ち一般に電力変換器直流端子間に設けられている平滑コンデンサの充電により生じる電流を防止する回路を、これらの素子を利用して廃止できる。それには、目標動作点が力行側に属しているときには判定手段における判定の結果及び当該目標動作点の位置に応じて、また当該目標動作点が回生側に属しているとき及び／又は上記永久磁石型同期モータを始動するときには上記受動素子を介した電流経路が上記バッテリーと上記電力変換器との間に形成されるよう、上記能動素子に指令するようにすればよい。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態に関し図面に基づき説明する。

【0010】図1に、本発明の一実施形態に係る電気自動車システムの構成を示す。この実施形態においては三相PMモータ10が車両走行用モータとして用いられている。モータ10の駆動電力は、バッテリー12からインテリジェントパワーモジュール（IPM）14を介し供給される。すなわち、バッテリー12の放電出力は、平滑コンデンサCにて平滑されたうえでIPM14にて直流から三相交流に変換され、その結果得られた電流 i_u 、 i_v 、 i_w がモータ10の各相巻線に供給される。また、モータ10の出力トルクはコントローラ16によって制御されている。すなわち、コントローラは、車両操縦者によるアクセル、ブレーキ、シフト等の操作に応じ、かつレゾルバ等の回転センサ18にて検出されるモータ10の回転数（またはロータ角度位置）に応じ、スイッチング信号を発生させ、これにより、IPM14を構成するスイッチング素子のスイッチングパターンを制御する。このような制御を実行することによって、モータ10の出力トルクを、車両操縦者のアクセル操作等に応じたトルクとすることができる。この制御にあたって

は、モータ 10 の各巻線に対応して設けられている電流センサ 20u, 20v, 20w によってモータ 10 の各相電流 i_u , i_v , i_w が検出され、コントローラ 16 にフィードバックされる。

【0011】また、バッテリー 12 と IPM 14 の間には、突入防止回路 22、ダイオード Df 及びサイリスタ Dr 並びに昇圧回路 24 が設けられている。これらのうち突入防止回路 22 は、バッテリー 12 を IPM 14 に接続した直後に平滑コンデンサ C の充電によって流れる突入電流を抑制乃至防止するための回路であり、イグニッション (IG) の操作に応じオン／オフされる並列接続された 2 個のスイッチ SW1 及び SW2、並びにスイッチ SW2 に直列接続された抵抗 Rs から、構成されている。また、昇圧回路 24 は本発明の特徴の一部をなしており、バッテリー 12 の端子電圧 VB をコントローラ 16 の制御の下により高い電圧 VI に昇圧して IPM 14 の直流端子間に印加する。ダイオード Df は昇圧回路 24 の入力端と出力端の間に大きな電位差が発生していないときすなわち昇圧回路 24 が昇圧動作を実行していないときにこの昇圧回路 24 をバイパスする手段である。サイリスタ Dr はコントローラ 16 から供給される信号にてターンオン／オフし、ダイオード Df によって定まる電流方向とは逆方向の電流経路を発生させる。なお、図中符号 25 及び 26 で示されているのはそれぞれ VB 及び VI を検出するための電圧センサである。また、昇圧回路 24 の一例構成として、IPM 14 の直流端子間に順方向直列接続された 2 個のトランジスタ Tr1 及び Tr2、これらのトランジスタに逆並列接続されたダイオード D1 及び D2、並びにトランジスタ Tr1 及び Tr2 の接続点にその一端がまたバッテリー 12 側に他端が接続された昇圧リアクトル L を備える構成を、示している。

【0012】図 2 に、この実施形態におけるモータ 10 の速度範囲拡張の原理を示す。この図において領域 A として表されている領域は図 6 において通常界磁領域として表された領域に相当している。従来は、モータ回転数 N の上昇に応じて弱め界磁電流 Id を増大させることにより、図 2 中実線で示される特性、すなわち図 6 中弱め界磁領域として示されている領域まで、モータ 10 の出力可能領域を拡張していた。これに対し、本実施形態においては、Id の制御によらずに、昇圧回路 24 の制御によって、モータ 10 の出力可能領域を拡張している。すなわち、現在の目標動作点 (T, N) が、現在の VB 又は VI にて実現できる領域よりも高回転側に位置しているときに、本実施形態においては、例えば領域 A から B へ、B から C へ、さらには C から D へ、…というように、モータ 10 の出力可能領域が広がっていくよう、昇圧回路 24 により昇圧比を高め、VI を高めている。ま

た、この原理による出力可能領域乃至速度範囲拡張には Id の制御は関与していないため、従来の弱め界磁制御と異なり、そのような原因によってシステム効率が損われることがない。

【0013】図 3 及び図 4 に、このような原理を実現するためコントローラ 16 により実行される手順の一例を示す。まず、図 3 に示されるように、コントローラ 16 は IG オン直後に突入防止回路 22 のスイッチ SW2 をオンさせ、その後しばらく時間が経過した後にスイッチ SW1 をオンさせる (100)。すなわち、IG オン直後しばらくの間は抵抗 Rs を充電抵抗として平滑コンデンサ C を充電し、その後平滑コンデンサ C が十分充電されたとみなせる時点で SW1 をオンさせ抵抗 Rs の両端を短絡する。この後、コントローラ 16 の動作は、モータ 10 の出力トルク制御のための一連の繰り返し手順に移行する。

【0014】モータ 10 の出力トルクを制御するに際しては、コントローラ 16 は、まず、車両各部から信号を入力する (102)。例えば、アクセル開度、ブレーキ踏力、シフトレバーのポジション、モータ回転数 N、モータ電流 i_u , i_v , i_w 、バッテリー電圧 VB、IPM 入力電圧 VI 等を入力する。その後、コントローラ 16 は、アクセル開度、ブレーキ踏力、シフトポジション、モータ回転数 N 等の情報に基づきトルク指令 T* すなわちモータ 10 から出力させるべきトルクの目標値を決定する (104)。コントローラ 16 は、このようにして決定したトルク指令 T* に基づき、かつモータ 10 のシステム効率が最大になるよう、電流指令 (I_d^* , I_q^*) を決定する。ここにいる電流指令のうち I_d^* は界磁電流成分 Id に関する指令であり、 I_q^* はトルク電流成分 Iq に関する指令である。コントローラ 16 は、このようにして決定した電流指令 (I_d^* , I_q^*) を利用し IPM 入力電圧 VI の調整を行った後 (108)、IPM 14 その他に信号を出力する (110)。すなわち、電流指令 (I_d^* , I_q^*) に応じた電流 i_u , i_v , i_w が流れるよう IPM 14 に対しスイッチングパターンを示す信号を出力し、また、トルク指令 T* が再生領域 (図 2 中 $T < 0$ の領域) に属しているときにはサイリスタ Dr にターンオンする旨の指令を与える。以上ステップ 102~110 の動作は、車両操縦者によって IG がオフされるまで繰り返される (112)。IG がオフされると、コントローラ 16 はスイッチ SW1 及び SW2 をオフさせ (114)、バッテリー 12 からモータ 10 への電力の供給を断つ。

【0015】ステップ 108 に示されている IPM 入力電圧の調整は図 4 に示されるような手順にて実行される。すなわち、コントローラ 16 は、例えば次の式

【数 1】

$$\begin{aligned} V_d &= (R + pL_d) \cdot I_d^* - \omega \cdot L_q \cdot I_q^* \\ V_q &= \omega \cdot L_d \cdot I_d^* + (R + pL_q) \cdot I_q^* + \omega \cdot E_0 \end{aligned}$$

但し、 R ：モータ巻線の抵抗

L_d, L_q ：モータ巻線の d 軸、 q 軸インダクタンス

ω ：モータ電気角速度

E_0 ：速度起電力（永久磁石による起電力）

p ：微分演算子

に従い (V_d^* , V_q^*) を算出する (200)。あるいは、これに代え、次の式

【数 2】

$$\begin{aligned} V_d &= K_p \cdot \Delta I_d + K_i \cdot \int \Delta I_d - \omega \cdot L_q \cdot I_q \\ V_q &= K_p \cdot \Delta I_q + K_i \cdot \int \Delta I_q + \omega \cdot L_d \cdot I_d + \omega E_0 \end{aligned}$$

但し、 $\Delta I_d = I_d^* - I_d$

$\Delta I_q = I_q^* - I_q$

に従い (V_d^* , V_q^*) を求めてもよい。このようにして得られた (V_d^* , V_q^*) は、トルク指令 T^* を実現するのに、あるいは電流指令 (I_d^* , I_q^*) を実現するのに必要な電圧を表している。コントローラ 16 は、さらに、次の式

【数 3】 $V = k \cdot (V_d^2 + V_q^2)^{1/2}$

但し、 k ：モータ端子電圧を IPM 入力電圧に換算するための係数に従い電圧 V を求める。このようにして得られる電圧 V は、モータ 10 の目標動作点すなわち

(T^* , N) を実現するのに必要なモータ 10 の端子電圧を IPM 14 の直流端子側の値に換算したものである。コントローラ 16 は、この電圧 V が V_B を上回っているか否か (204) 及び V_I を上回っているか否か

(206) を判定する。これらの判定条件のうち $V > V_B$ の条件が成立していないときには、現在のバッテリー電圧 V_B をほぼそのまますなわちダイオード D_f を介して IPM 14 に V_I として印加したとき目標動作点

(T^* , N) を実現できるとみなせるため、コントローラ 16 は昇圧回路 24 による昇圧なしで、ステップ 110 に移行する。また、 $V > V_B$ の条件が成立しているときは、そのとき昇圧回路 24 がその動作を開始していないのであれば $V > V_I$ も必ず成り立つから、コントローラ 16 の動作はステップ 208 すなわち昇圧回路 24 に対する昇圧比の指令動作に移行する。ステップ 208 においては、コントローラ 16 は、 $V < V_I$ を満たす V_I が得られるよう、トランジスタ T_{r1} 及び T_{r2} を制御する動作を開始する。さらに、昇圧回路 24 による昇圧動作が始まった後でも、昇圧比の不足によって $V > V_I$ の条件が成立することがあり、この場合 (206) にもステップ 208 が実行される。

【0016】以上のような制御手順により、本実施形態においては、図 2 に示す原理による力行可能領域（特に速度範囲）の確保及びモータシステム効率の改善を実現している。

【0017】図 5 に、本発明の第 2 の実施形態に係る電気自動車のシステム構成を示す。この実施形態においては、突入防止回路 22 に代えて、バッテリー 12 を IPM

14 側と昇圧回路 24 側とに切替接続するためのスイッチ SW が用いられており、かつダイオード D_f 及びサイリスタ D_r は廃止されている。また、これに伴い、コントローラ 16 の動作の手順にも変更が発生している。

【0018】まず、前述の実施形態においては図 3 のステップ 100 においてスイッチ SW1 及び SW2 の時間差オン制御が行われていたが、実施形態においては、ステップ 100 においてまずスイッチ SW が①側に倒され、バッテリー 12 が昇圧回路 24 に接続される。昇圧回路 24 には前述のように昇圧リアクトル L が内蔵されている。コントローラ 16 は、上側のトランジスタ T_{r1} をオンさせ、下側のトランジスタ T_{r2} をオフさせることにより、昇圧リアクトル L を介しバッテリー 12 が IPM 14 側に接続された状態を形成し、昇圧リアクトル L を介し平滑コンデンサ C を充電することによって第 1 実施形態における突入防止回路 22 と同様の機能を達成している。

【0019】また、コントローラ 16 は、平滑コンデンサ C が十分充電されたとみなせる程度の時間が経過した後にスイッチ SW を③側に倒し、バッテリー 12 を IPM 14 側に接続する。これ以降は、前述の第 1 実施形態と同様、ステップ 102 ~ 110 にかかる手順が、車両操縦者が IG をオフするまで繰り返し実行される。ただし、トルク指令 T^* が回生領域に属しているときには、サイリスタ D_r をターンオンする制御に代えて、トランジスタ T_{r1} をオンさせトランジスタ T_{r2} をオフさせる制御が実行される。このような制御により、IG オン直後と同様、昇圧リアクトル L を介した電流経路が形成されるため、バッテリー 12 へ制動エネルギーを回生することが可能になる。また制動エネルギーを回生する手段として、スイッチ③を倒し、昇圧リアクトル L を介さないで回生することも可能である。また、IG がオフされた後は、コントローラ 16 はスイッチ SW を②に倒し、バッテリー 12 を IPM 14 からまた昇圧回路 24 からも切り離す。

【0020】このような構成及び手順によっても、前述の第 1 実施形態と同様、モータ 10 の出力可能領域を拡張しかつシステム効率を改善することができる。さらに、この実施形態では、突入防止回路その他を廃止することができる。

【0021】

【発明の効果】本発明によれば、PM モータの目標動作点とその出力可能領域に属していないときに、当該目標動作点の位置に応じ V_B を昇圧して電力変換器に供給し、これにより、当該目標動作点が属することになるよう PM モータの出力可能領域を拡張するようにしたため、PM モータの動作可能な速度範囲を従来と同程度以上に維持確保しながら、弱め界磁制御の廃止ひいてはシステム効率の改善を実現できる。特に、自律型ゲート素子を設けることにより、そのための制御装置又は手順な

して、昇圧回路における損失の発生を抑制し、システム効率を更に改善することができる。また、可制御型ゲート素子やその制御手段を設けることにより、回生制動等の必要に応じ昇圧回路をバイパスできる。そして、昇圧リアクトル等の受動素子を、改正の経路形成や、一般に電力変換器直流端子間に設けられている平滑コンデンサの充電に利用でき、これにより突入防止回路の廃止等回路の簡素化を達成できる。

【0022】

【補遺】以上の説明では、本発明を「駆動制御装置」に係る発明として表現したが、本発明は例えば「駆動制御方法」「駆動装置」「駆動方法」「電力供給装置」「電力供給方法」等としても表現できる。更に、純粋な電気自動車への応用を想定したが、本発明は電気車やいわゆるハイブリッド車等の他、産業用・民生用の別を問わず各種の用途に適用できる。また、制御対象たる永久磁石型同期モータは、三相交流モータに限定されるものではなく、またリラクタンストルクの利用有無も問わない。

【0023】更に、モータの出力トルクを回転数検出値に基づきオープンループ制御する構成を前提として説明を行ったが、出力トルクの制御（トルク制御）ではなく回転数の制御（速度制御）を行う構成にも、またオープンループ制御ではなくクローズドループ制御を行う構成にも、更には回転数検出値ではなく回転数推定値に基づき制御を行う構成にも、本発明を適用できる。加えて、モータの動作点を専らトルク回転数空間で表現したが、モータ電圧電流空間等、モータの出力を表現できるのであればその他の種類の空間に準拠してもよい。

【0024】また、バッテリー電圧が低いときにこれを昇圧しモータの逆起電力を上回るよう調整する例を述べたが、バッテリー電圧が高い領域（の一部）で逆に降圧するようにしてもよい。また、回生時に昇（降）圧を行わない例を示したが、行うようにしてもよい。その場合、I

PM内のスイッチング素子等を利用できる。昇（降）圧回路の具体的な構成には、様々な変形が可能である。更に、昇降圧双方の機能を有する回路を用いる場合には、昇圧回路をバイパスするためのスイッチ、ダイオード、サイリスタ等の素子を、廃止することができる。また、前述の第1実施形態ではダイオードとサイリスタの並列回路を用いているが、これに代え双方向サイリスタ等の素子を用いても構わない。昇圧回路の動作に関してはその詳細を省略したが、当該動作は当業者には周知である。

【0025】なお、上述の実施形態の変形、特にこの欄にて述べた趣旨のものについては、当業者であれば本願の開示に基づき容易に実行できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1実施形態に係る電気自動車のシステム構成を示すブロック図である。

【図2】 本実施形態における出力可能領域拡張及びシステム効率改善の原理を示すトルク回転数空間図である。

【図3】 本実施形態におけるコントローラの動作の流れを示すフローチャートである。

【図4】 本実施形態におけるコントローラの動作の流れを示すフローチャートである。

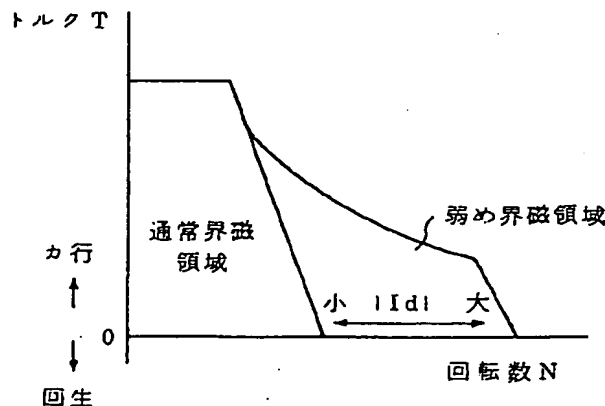
【図5】 本発明の第2実施形態に係る電気自動車のシステム構成を示すブロック図である。

【図6】 従来の弱め界磁制御を説明するためのトルク回転数空間図である。

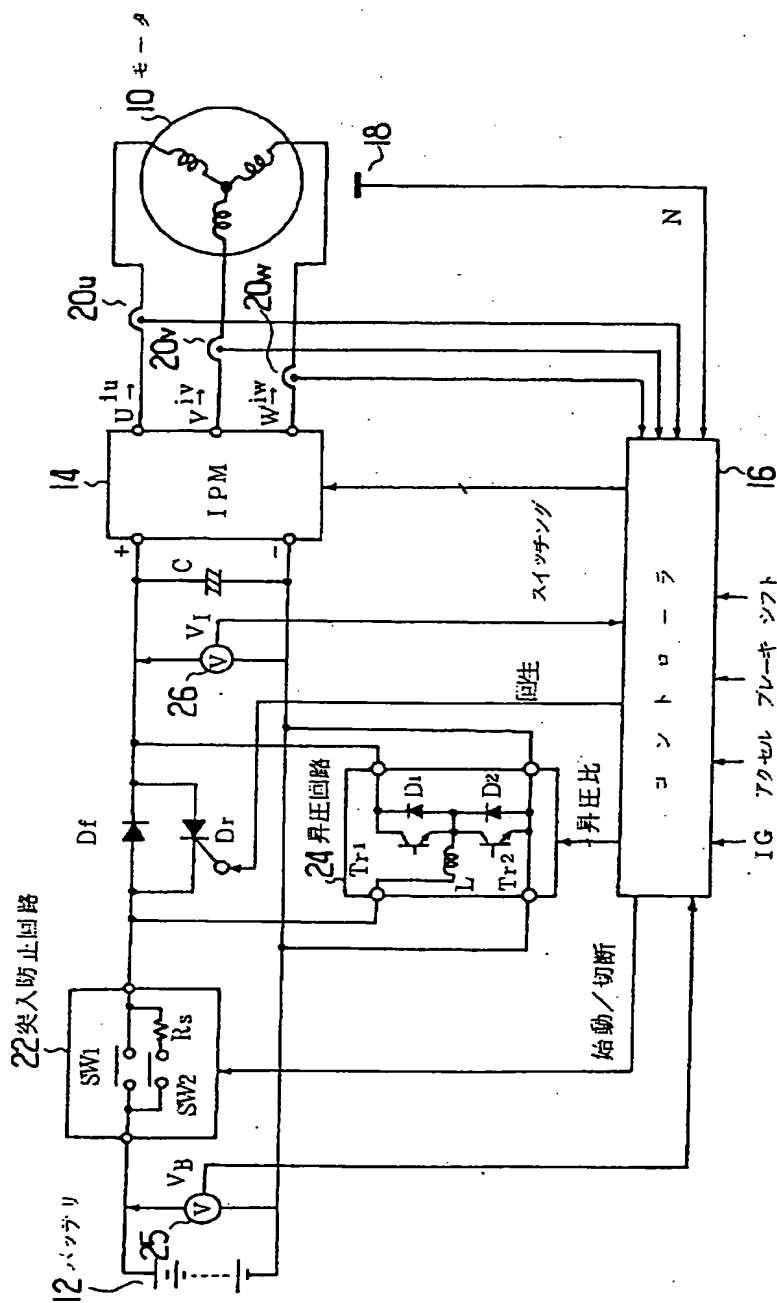
【符号の説明】

10 モータ、12 バッテリー、14 IPM、16 コントローラ、18レゾルバ、24 昇圧回路、25、26 電圧センサ、Df ダイオード、Drサイリスタ、L 昇圧リアクトル、Tr1、Tr2 昇圧用トランジスタ、SW スイッチ、C 平滑コンデンサ。

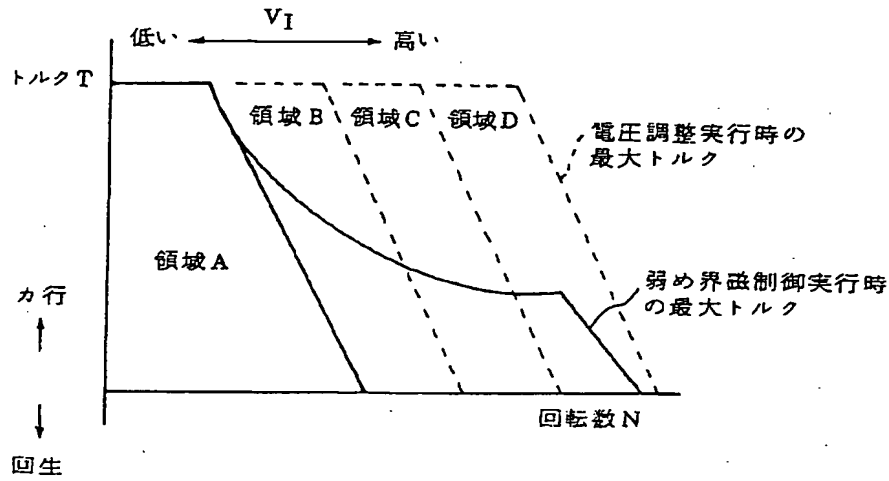
【図6】



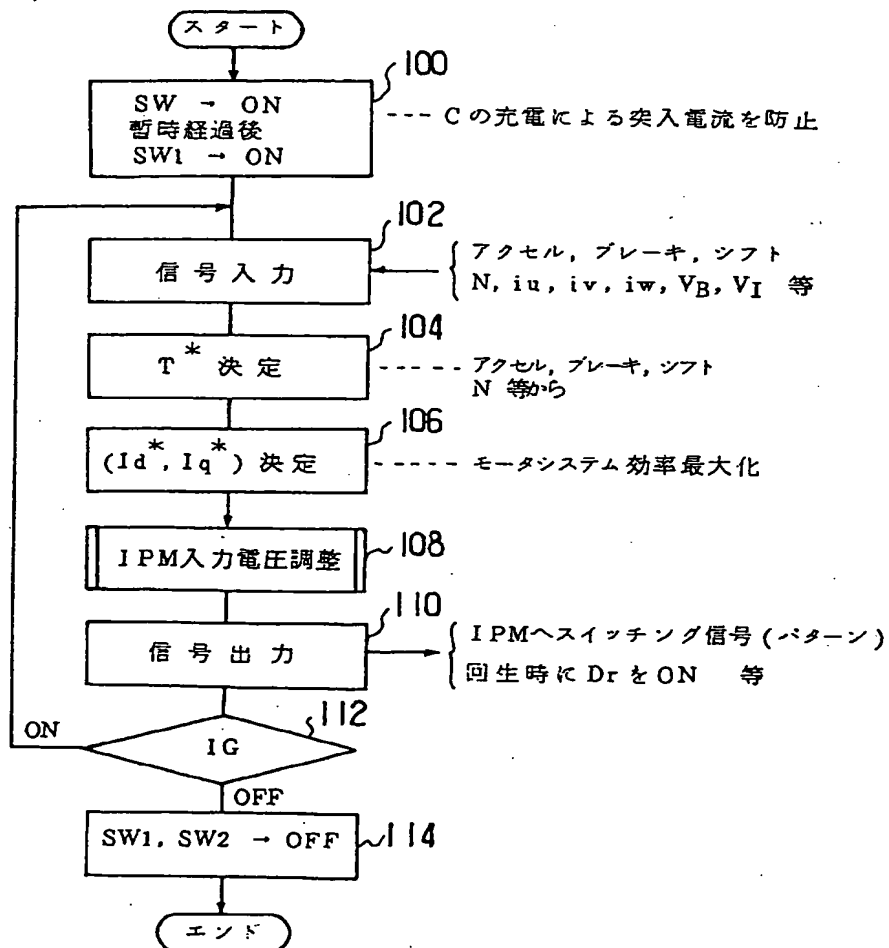
【図 1】



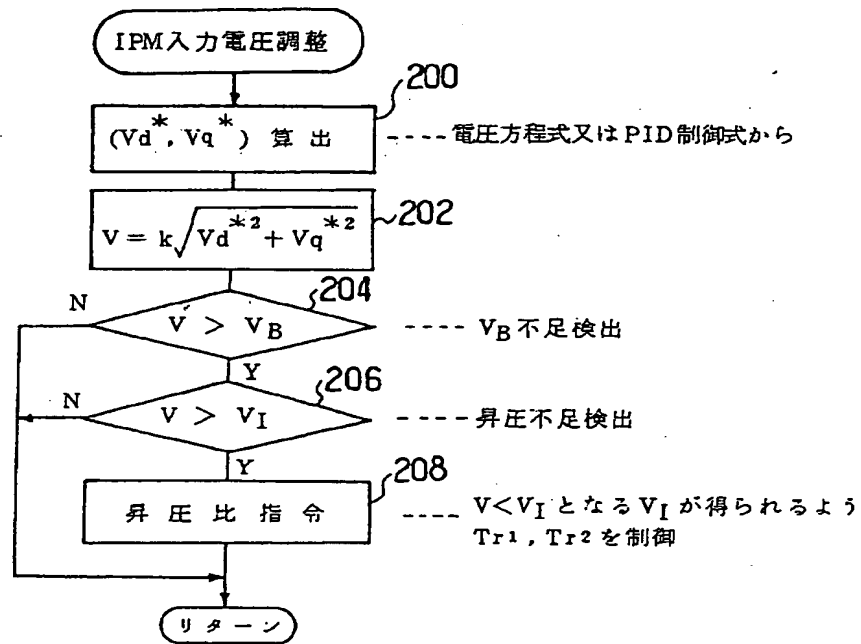
【図2】



【図3】



【図4】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-066383

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

H02P 7/622
H02P 5/402
H02P 21/00

(21)Application number : 08-221170

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 22.08.1996

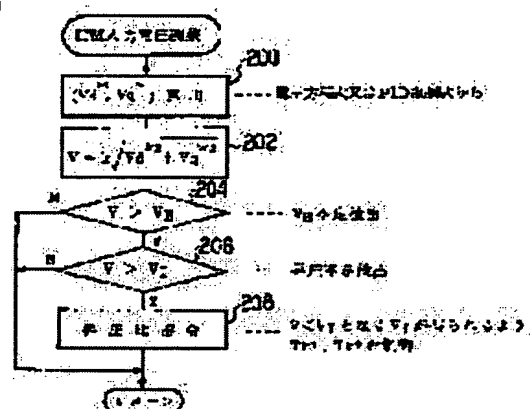
(72)Inventor : AKAO NORIHIKO

(54) DRIVE CONTROLLER FOR PERMANENT MAGNET SYNCHRONOUS MOTOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To eliminate the need of field-weakening control.

SOLUTION: Based on the torque command and the r.p.m. of a motor, a motor terminal voltage or an IPM(intelligent power module) input voltage V required for realizing a target operating point is calculated (202). When the voltage V is lower than the battery voltage VB (204), a booster circuit is inserted between a battery and the IPM and after the battery voltage VB is boosted to a level VI(>V), the boosted voltage is applied between DC terminals of the IPM.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 19.08.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2003-18305

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 18.09.2003

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] In the drive control unit which controls the permanent-magnet type synchronous motor concerned using the power converter which is connected with a dc-battery between permanent-magnet type synchronous motors, and changes battery voltage into a motor current The booster circuit which carries out the pressure up of the above-mentioned battery voltage according to a command in advance of supply to the above-mentioned power converter, When judged with not belonging with a judgment means to judge based on the detection value of the above-mentioned battery voltage, and a judgment means, whether the target operating point of the above-mentioned permanent-magnet type synchronous motor belongs to the output possible field The drive control unit characterized by having a means to extend the above-mentioned output possible field so that the target operating point concerned may belong by ordering the above-mentioned booster circuit according to the location of the above-mentioned target operating point.

[Claim 2] The drive control unit characterized by the above-mentioned booster circuit being automatically bypassed by the above-mentioned autonomous mold gate component while it has the autonomous mold gate component which embraces the electrical-potential-difference difference before and behind the booster circuit concerned, and forms / intercepts the flow path which does not mind the above-mentioned booster circuit between the above-mentioned dc-battery and the above-mentioned power converter in a drive control unit according to claim 1 and the pressure up is not performed.

[Claim 3] The drive control device carry out having the good control mold gate component which responds to a command, and forms / intercepts the flow path which does not mind the above-mentioned booster circuit between the above-mentioned dc-battery and the above-mentioned power converter in a drive control device according to claim 1, and a means give a command and make the above-mentioned flow path form in the above-mentioned good control mold gate component compulsorily when it belongs to the above-mentioned target operating point's regeneration side as the description.

[Claim 4] The passive element in which the above-mentioned booster circuit accumulates the energy which discharges from the above-mentioned dc-battery in a drive control device according to claim 1, The active element which makes change connection of the above-mentioned passive element at the forward side of the above-mentioned power converter, and a negative side input terminal according to a command, ****, and the above-mentioned drive control unit responds to the result of the judgment in a judgment means, and the location of the target operating point concerned, when the above-mentioned target operating point belongs to the power running side. Moreover, the drive control unit characterized by having a means to order the above-mentioned active element so that the current path which minded the above-mentioned passive element when the target operating point concerned belongs to the regeneration side, and/or when putting the above-mentioned permanent-magnet type synchronous motor into operation may be formed between the above-mentioned dc-battery and the above-mentioned power converter.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the drive control unit which controls a permanent-magnet type synchronous motor (it is called PM motor below).

[0002]

[Description of the Prior Art] From the car drive motor of an electric vehicle, the miniaturization is demanded strongly. Since field magnetomotive force is large, therefore the miniaturization is easy for PM motor which is a motor using the permanent magnet as a generating means of an excitation bundle compared with the motor of other classes per unit volume, the various proposals of the electric vehicle which used PM motor as the car drive motor are made until now.

[0003] From the car drive motor of an electric vehicle, it is also requested that a large speed range (engine-speed range) can be covered in coincidence. The field-weaking control which is a part of vector control has been used as the technique of responding to this request until now. It is the approach vector control carries out another **** target control of the motor current IM here at the torque current component Id and the field current component Iq. Iq is a component which generates torque (magnet torque) by the linkage with the excitation bundle acquired by main magnetic flux, i.e., a permanent magnet, among these components. Moreover, Id is a component which generates the excitation bundle which assists main magnetic flux partially or negates it, and when a saliency is in a motor, it generates the torque (reluctance torque) to which Id is also proportional to Id-Iq. If it is going to extend the speed range of a motor (i.e., if it is going to extend more the field of a motor which can be operated to the field of high-speed rotation), the electromotive force which arises in speed-electromotive-force $\omega \cdot E_0$, i.e., main magnetic flux, and is proportional to the angular rate of rotation ω of a motor will become a cause, generally the terminal voltage of a motor will rise according to the rise of the number N of rotations, and it will exceed the value which is often equivalent to supply voltage slack battery voltage VB. The technique (refer to drawing 6) of making generate the excitation bundle of the direction which negates E0 by control of Id, in order to prevent this, and usually extending the field of a motor which can be operated to the field weakening field by the side of high rotation rather than a field field is the field-weaking control of upper **, and a high-speed rotation field can be comparatively covered also by the motor of the Koide force by performing this. In addition, although there is also a mode by the absolute value and the torque angle in vector control, since it is equivalent to the mode by Id and Iq, it does not distinguish by the following explanation.

[0004] While there is such an advantage, there is also a side face of degradation in field-weaking control. For example, if there is too much Id (it is also hereafter called a field weakening current) when performing field-weaking control, when Id which is the current component which contributes or is hard to contribute to torque generating increases, loss will increase. On the contrary, if there are too few field weakening currents, it will become achievement of the purpose of field weakening original with trouble. That is, stress joins the power converter formed between the power-source slack dc-battery and the slack motor for a drive for the motor output control, and also the trouble of it becoming impossible to output required Iq etc. is produced. As an approach of easing these, the applicant for this patent has proposed previously the approach of changing the value of a field weakening current according to VB (refer to JP,7-107772,A). According to this approach, in relation with the electrical potential difference of a dc-battery, or a charge condition, the minimization optimization of the loss generated in field-weaking control can be carried out.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, as long as field-weaking control is being performed, neither generating of loss resulting from a field weakening current nor the decline in the system efficiency by this can be lost. One of the purposes of this invention is by newly adopting the means of the pressure up of battery voltage to make field-weaking control unnecessary, as a result realize an improvement of system efficiency. One of the purposes of this invention is by performing pressure-up control according to the location of the target operating point of PM motor to carry out the maintenance reservation of the speed range which can operate PM motor conventionally and more than comparable. When battery voltage is low, by being made not to perform a pressure up, one of the purposes of this invention controls generating of the loss in a booster circuit, and it is to improve system efficiency further. One of the purposes of this invention is by offering a means to bypass a booster circuit autonomously to realize the system automated more. By offering a means to bypass a booster circuit compulsorily, one of the purposes of this invention is to enable it to bypass a booster circuit, when need, such as regenerative braking, arises. One of the purposes of this invention is to enable it to abolish an inrush prevention circuit by use of a booster circuit.

[0006]

[Means for Solving the Problem] In the drive control unit which controls the PM motor concerned using the power converter which this invention is connected with a dc-battery between PM motors, and changes VB into IM in order to attain such a purpose The booster circuit which carries out the pressure up of the above VB according to a command in advance of supply to the above-mentioned power converter, When judged with not belonging with a judgment means to judge based on the detection value of Above VB, and a judgment means, whether the target operating point of the above-mentioned PM motor belongs to the output possible field By ordering the above-mentioned booster circuit according to the location of the above-mentioned target operating point, it is characterized by having a means to extend the above-mentioned output possible field so that the target operating point concerned may belong. In this configuration, when the target operating point of PM motor is located in a high rotation side rather than the output possible field under current VB for example, the pressure up of the VB is carried out so that this target operating point may be contained to an output possible field. Thus, in the technique of this invention which does not cause generating thru/or increase of Id, it becomes possible to lose generating of loss resulting from Id, and decline in the system efficiency by this. Moreover, in respect of the escape of a power running possible field, since the technique of this invention has the same character as field-weaking control, it can carry out the maintenance reservation of the speed range which can operate PM motor conventionally and more than comparable.

[0007] This invention is not limited to the configuration which always uses a booster circuit. For example, by preparing the autonomous mold gate component (for example, diode) which embraces the electrical-potential-difference before and behind a booster circuit, and forms / intercepts the flow path which does not mind a booster circuit between a dc-battery and a power converter, while not performing the pressure up, a booster circuit can be bypassed with an autonomous mold gate component. That is, generating of the loss in a booster circuit can be controlled and system efficiency can be further improved because it is made not to perform a pressure up when VB is low. Moreover, since this shunt/cutoff are performed autonomously, i.e., automatically, by the autonomous mold gate component, the control unit or procedure for it is unnecessary. Or a bypass becomes possible about a booster circuit if needed [, such as regenerative braking,] by establishing the good control mold gate component (for example, thyristor) which responds to a command, and forms / intercepts the flow path which does not mind a booster circuit between a dc-battery and a power converter, and a means give a command to a good control mold gate component, and make the above-mentioned flow path form compulsorily when the target operating point belongs to the regeneration side.

[0008] This invention is not limited to the configuration which uses a booster circuit only for a pressure up. For example, the passive element which accumulates the energy which discharges from a dc-battery as a booster circuit (pressure-up reactor etc.), If the circuit which has the active elements (transistor etc.) which make change connection of this passive element at the forward side of a power converter and a negative side input terminal is used according to a command The circuit which prevents the current which can use these components for the path formation at the time of regeneration, and is produced by the inrush prevention circuit, i.e., the charge of a smoothing capacitor generally established between power converter direct-current terminals, can be abolished using these components. What is necessary is just to make it order the above-mentioned active element so that the current path through the above-mentioned passive element may be formed between the above-mentioned dc-battery and the above-mentioned power converter, when the target operating point belongs to the power running side at it and the target operating point concerned belongs to the regeneration side, corresponding to the result of the judgment in a judgment means, and the location of the target operating point concerned, and/or when putting the above-mentioned permanent-magnet type synchronous motor into operation.

[0009]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the suitable operation gestalt of this invention is explained based on a drawing.

[0010] The system configuration of the electric vehicle built over 1 operation gestalt of this invention at drawing 1 is shown. In this operation gestalt, the three phase PM motor 10 is used as a car drive motor. The drive power of a motor 10 is supplied through the intelligent power module (IPM) 14 from a dc-battery 12. That is, after smooth [of the discharge output of a dc-battery 12] is carried out in smoothing capacitor C, it is changed into the three-phase alternating current from a direct current in IPM14, and the currents i_u , i_v , and i_w acquired as a result are supplied to each phase winding of a motor 10. Moreover, the output torque of a motor 10 is controlled by the controller 16. That is, a controller generates a switching signal according to the number of rotations of the motor 10 detected by the rotation sensors 18, such as a resolver, (or Rota angular position), corresponding to actuation of the accelerator by the car pilot, a brake, a shift, etc., and, thereby, controls the switching pattern of the switching element which constitutes IPM14. The output torque of a motor 10 can be made into the torque according to accelerator actuation of a car pilot etc. by performing such control. In this control, each phase currents i_u , i_v , and i_w of a motor 10 are detected by the current sensors 20u, 20v, and 20w prepared corresponding to each coil of a motor 10, and it is fed back to a controller 16.

[0011] Moreover, between a dc-battery 12 and IPM14, the booster circuit 24 is established in the inrush prevention circuit 22, Diode Df, and a thyristor Dr list. Among these, the inrush prevention circuit 22 is a circuit for controlling thru/or preventing the rush current which flows by charge of smoothing capacitor C immediately after connecting a dc-battery 12 to IPM14, and consists of two switches SW1 and SW2 switch on / switch off according to actuation of ignition (IG) and by which parallel connection was carried out, and resistance Rs by which series connection was carried out to the list at the switch SW2. Moreover, the booster circuit 24 is making a part of description of this invention, carries out the pressure up of the terminal voltage VB of a dc-battery 12 to the high electrical potential difference VI by the bottom of control of a controller 16, and impresses it between the direct-current terminals of IPM14. Diode Df is a means to bypass this booster circuit 24, when the big potential difference has not occurred between the input edge of a booster circuit 24, and an outgoing end (i.e., when the booster circuit 24 is not performing pressure-up actuation). Thyristor Dr generates the current path of hard flow by the signal supplied from a controller 16 with a turn-on / the direction of a current which turns off and becomes settled with Diode Df. In addition, the voltage sensor for detecting VB and VI is shown by the signs 25 and 26 in drawing, respectively. Moreover, the end shows the configuration equipped with the pressure-up reactor L to which the other end was connected to the diodes D1 and D2 by which antiparallel connection was carried out to two transistors Tr1 and Tr2 by which the forward direction series connection was carried out between the direct-current terminals of IPM14, and these transistors as an example configuration of a booster circuit 24, and a list at the dc-battery 12 side again at the node of transistors Tr1 and Tr2.

[0012] The principle of a speed-range escape of the motor 10 in this operation gestalt is shown in drawing 2. The field expressed as a field A in this drawing is equivalent to the field usually expressed as a field field in drawing 6. The output possible field of a motor 10 was extended to the property shown by the drawing 2 solid line, i.e., the field shown as a field weakening field in drawing 6, by conventionally increasing the field weakening current I_d according to the rise of the motor rotational frequency N. On the other hand, in this operation gestalt, the output possible field of a motor 10 is extended by control of a booster circuit 24 * [according to / control of I_d]. That is, a booster circuit 24 raises a pressure-up ratio so that the output [of a motor 10] possible field may spread like -- from C to D further from B to C from Field A to B in this operation gestalt, for example, when located in a high rotation side rather than the field which the current target operating point (T, N) can realize in current VB or VI, and VI is raised. Moreover, since control of I_d is not participating in the output possible field thru/or speed-range escape by this principle, unlike the conventional field-weakening control, system efficiency is not spoiled by such cause.

[0013] In order to realize such a principle to drawing 3 and drawing 4, an example of the procedure performed by the controller 16 is shown. First, as shown in drawing 3, after a controller 16 makes the switch SW2 of the inrush prevention circuit 22 turn on immediately after IG ON and time amount passes for a while after that, a switch SW1 is made to turn on (100). That is, when it can consider that smoothing capacitor C was charged by having considered resistance Rs as charge resistance, and smoothing capacitor C was charged enough after that for a while immediately after IG ON, SW1 is made to turn on and the both ends of Resistance Rs are short-circuited. Then, actuation of a controller 16 shifts to a series of repeat procedures for the output torque control of a motor 10.

[0014] Facing controlling the output torque of a motor 10, a controller 16 inputs a signal from each part of a car first (102). For example, accelerator opening, brake treading strength, the position of a shift lever, the motor engine speed N, the motor currents i_u , i_v , and i_w , battery voltage VB, the IPM input voltage VI, etc. are inputted. Then, a controller 16 is based on information, such as accelerator opening, brake treading strength, a shift position, and the motor rotational frequency N, and is torque command T*. That is, the desired value of the torque which should be made to output from a motor 10 is determined (104). A controller 16 is torque command T* which carried out in this way and was determined. It opts for a current command (I_d^* and I_q^*) so that it may be based and the system efficiency of a motor 10 may become max. I_d [among the current commands said here] * It is the command about the

field current component I_d , and is I_q^* . It is the command about the torque current component I_q . IPM14 after using the current command (I_d^* and I_q^*) for which carried out the controller 16 in this way, and it opted and adjusting IPM input voltage V_i (108) -- in addition to this, a signal is outputted (110). That is, the signal which shows a switching pattern to IPM14 is outputted so that the currents i_u , i_v , and i_w according to a current command (I_d^* and I_q^*) may flow, and it is torque command T^* . When it belongs to the regeneration field (field in $[T < 0]$ drawing 2), the command of a purport which carries out a turn-on to Thyristor Dr is given. Above, actuation of steps 102-110 is repeated until IG is turned off by the car pilot (112). If IG is turned off, a controller 16 will make switches SW1 and SW2 turn off (114), and will cut off supply of the power from a dc-battery 12 to a motor 10.

[0015] Adjustment of the IPM input voltage shown in step 108 is performed in a procedure as shown in drawing 4. That is, a controller 16 is the following formula [several 1].

$V_d = (R + pL_d)$ and $I_d^* - \Omega L_q I_q$ $V_q = \Omega L_d I_d + (R + pL_q) I_q + \Omega E_0$ however the resistance L_d of R: motor winding, d shaft of L_q : motor winding, the q shaft inductance Ω : motor electrical-angle rate E_0 : Speed electromotive force (electromotive force by the permanent magnet)

p : a differential operator -- following (V_d^* and V_q^*) -- compute (200). Or it replaces with this and is the following formula [several 2].

$V_d = K_p \Delta I_d + K_i \int \Delta I_d - \Omega L_q I_q$ $V_q = K_p \Delta I_q + K_i \int \Delta I_q + \Omega L_d I_d + \Omega E_0$, however $\Delta I_d = I_d^* - I_d$ $\Delta I_q = I_q^* - I_q$ -- following (V_d^* and V_q^*) -- you may ask. thus, it obtains -- having had (V_d^* and V_q^*) -- torque command T^* . The electrical potential difference required to realize [realizing or] a current command (I_d^* and I_q^*) is expressed. A controller 16 is the following formula [several 3] further. $V = k(V_d + V_q)^{1/2}$, however k : Ask for an electrical potential difference V according to the multiplier for converting motor terminal voltage into IPM input voltage. Thus, the electrical potential difference V obtained converts the target operating point of a motor 10, i.e., (T^* , N), the terminal voltage of the motor 10 required to realize, into the value by the side of the direct-current terminal of IPM14. a ***** [that, as for the controller 16, this electrical potential difference V has exceeded V_B] (204) -- and it judges whether it has exceeded V_i (206). When the conditions of $V > V_B$ are not satisfied among these criteria, since it can consider that the target operating point (T^* , N) is realizable when it is impressed by IPM14 as V_i through Diode Df, a controller 16 shifts current battery voltage V_B to step 110 nothing [almost remaining as it is, i.e., the pressure up by the booster circuit 24,]. Moreover, since $V > V_i$ will also surely be realized if the booster circuit 24 has not started the actuation then when the conditions of $V > V_B$ are satisfied, actuation of a controller 16 shifts to command actuation of the pressure-up ratio to a step 208 24, i.e., a booster circuit. In step 208, a controller 16 starts the actuation which controls transistors Tr1 and Tr2 so that V_i which fills $V < V_i$ may be obtained. Furthermore, also after the pressure-up actuation by the booster circuit 24 starts, the conditions of $V > V_i$ may be satisfied with lack of a pressure-up ratio, and step 208 is performed also in this case (206).

[0016] The above control procedures have realized reservation of the power running possible field (especially speed range) by the principle shown in drawing 2, and an improvement of motor system efficiency in this operation gestalt.

[0017] The system configuration of the electric vehicle built over the 2nd operation gestalt of this invention at drawing 5 is shown. In this operation gestalt, it replaces with the inrush prevention circuit 22, and the switch SW for making change connection of the dc-battery 12 at an IPM14 and booster circuit 24 side is used, and Diode Df and Thyristor Dr are abolished. Moreover, in connection with this, modification has occurred also for the procedure of actuation of a controller 16.

[0018] First, although time difference ON control of switches SW1 and SW2 was performed in step 100 of drawing 3 in the above-mentioned operation gestalt, in an operation gestalt, in step 100, Switch SW is first moved to ** position, and a dc-battery 12 is connected to a booster circuit 24. The pressure-up reactor L is built in the booster circuit 24 as mentioned above. By making the upper transistor Tr1 turn on and making the lower transistor Tr2 turn off, the controller 16 formed the condition that the dc-battery 12 was connected to the IPM14 side through the pressure-up reactor L, and has attained the same function as the inrush prevention circuit 22 in the 1st operation gestalt by charging smoothing capacitor C through the pressure-up reactor L.

[0019] Moreover, a controller 16 moves Switch SW to ** position, after the time amount of extent which can be regarded as smoothing capacitor C having been charged enough passes, and it connects a dc-battery 12 to the IPM14 side. After this, like the above-mentioned 1st operation gestalt, the procedure concerning steps 102-110 is repeatedly performed until a car pilot turns off IG. However, torque command T^* . When it belongs to the regeneration field, it replaces with the control which carries out the turn-on of the thyristor Dr, and control which makes a transistor Tr1 turn on and makes a transistor Tr2 turn off is performed. Since the current path through the pressure-up reactor L is formed like immediately after IG ON of such control, it becomes possible to revive braking energy to a dc-battery 12. Moreover, it is also possible to revive without pushing down switch ** and minding the pressure-up reactor L as a means to revive braking energy. Moreover, after IG is turned off, a controller 16 moves Switch SW to **, and separates a dc-battery 12 also from a booster circuit 24 also from IPM14.

[0020] Also with such a configuration and a procedure as well as the above-mentioned 1st operation gestalt, the output possible field of a motor 10 can be extended, and system efficiency can be improved. Furthermore, an inrush prevention circuit and others can be abolished with this operation gestalt.

[0021]

[Effect of the Invention] According to this invention, when the target operating point of PM motor does not belong to the output possible field, the pressure up of the V_B is carried out according to the location of the target operating point concerned, a power converter is supplied, and abolition ***** of field-weakening control can realize an improvement of system efficiency, carrying out the maintenance reservation of the speed range which can operate PM motor conventionally and more than comparable, since this extended the output possible field of PM motor so that the target operating point concerned might belong. By preparing an autonomous mold gate component especially, generating of the loss in a booster circuit can be controlled and system efficiency can be further improved without the control unit for it, or a procedure. Moreover, a booster circuit can be bypassed by establishing a good control mold gate component and its control means if needed [, such as regenerative braking,]. And passive elements, such as a pressure-up reactor, can be used for path formation of amendment, and the charge of a smoothing capacitor generally established between power converter direct-current terminals, and, thereby, the simplification of circuits, such as abolition of an inrush prevention circuit, can be attained.

[0022]

[Supplement] Although this invention was expressed as invention concerning a "drive control unit" in the above explanation, this invention can be expressed also as the "drive control approach", a "driving gear", the "drive approach", "power supply", the "electric power supply approach", etc. Furthermore, although the application to a pure electric vehicle was assumed, this invention is applicable to various kinds of applications regardless of the exception of industrial use and a noncommercial use besides being electric rolling stock, the so-called hybrid car, etc. Moreover, a controlled-system slack permanent-magnet type synchronous motor is not limited to a three-phase-alternating-current motor, and does not ask the use existence of reluctance torque, either.

[0023] furthermore, the configuration which performs not control (torque control) of an output torque but control (speed control) of a

rotational frequency although it explained on the assumption that the configuration which carries out open loop control of the output torque of a motor based on a rotational frequency detection value -- moreover, this invention is applicable also to the configuration which controls not based on a rotational frequency detection value but based on rotational frequency estimate further also in the configuration which performs not open loop control but closed loop control. In addition, although the operating point of a motor was expressed chiefly in torque rotational frequency space, as long as motor electrical-potential-difference current space etc. can express the output of a motor, it may be based on the space of other classes.

[0024] Moreover, although the example adjusted so that the pressure up of this may be carried out and it may exceed back EMF of a motor was described when battery voltage was low, you may make it lower the pressure conversely in the field (part) where battery voltage is high. Moreover, it may be made to carry out although the example which does not perform ** (**) ** at the time of regeneration was shown. In that case, the switching element in IPM etc. can be used. In the concrete configuration of ** (**) *****, various deformation is possible. Furthermore, when using the circuit which has the function of both step-down and step-up, components, such as a switch for bypassing a booster circuit, diode, and a thyristor, can be abolished. Moreover, although the parallel circuit of diode and a thyristor is used with the above-mentioned 1st operation gestalt, it may replace with this and components, such as a bidirectional thyristor, may be used. Although the detail was omitted about actuation of a booster circuit, the actuation concerned is common knowledge at this contractor.

[0025] In addition, about deformation of an above-mentioned operation gestalt and the thing of the meaning stated especially in this column, if it is this contractor, based on the indication of this application, it can perform easily.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the system configuration of the electric vehicle concerning the 1st operation gestalt of this invention.

[Drawing 2] It is the torque rotational frequency space diagram showing the principle of the output possible field escape in this operation gestalt, and system improvement in efficiency.

[Drawing 3] It is the flow chart which shows the flow of actuation of the controller in this operation gestalt.

[Drawing 4] It is the flow chart which shows the flow of actuation of the controller in this operation gestalt.

[Drawing 5] It is the block diagram showing the system configuration of the electric vehicle concerning the 2nd operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] It is a torque rotational frequency space diagram for explaining the conventional field-weaking control.

[Description of Notations]

10 A motor, 12 A dc-battery, 14 IPM, 16 A controller, 18 resolvers, 24 25 A booster circuit, 26 A voltage sensor, Df Diode, Dr thyristor, L A pressure-up reactor, Tr1, Tr2 The transistor for pressure ups, SW A switch, C Smoothing capacitor.

[Translation done.]

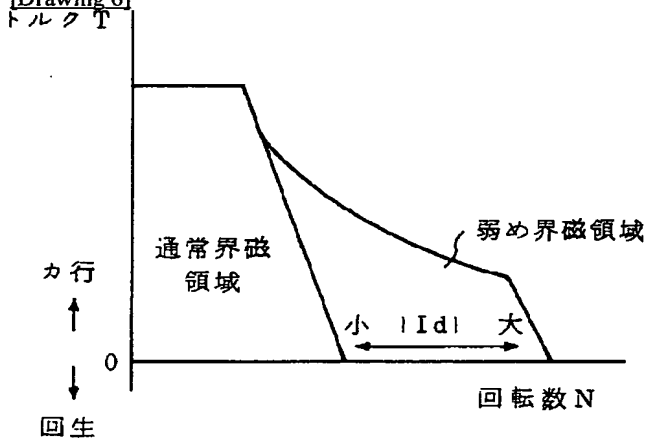
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

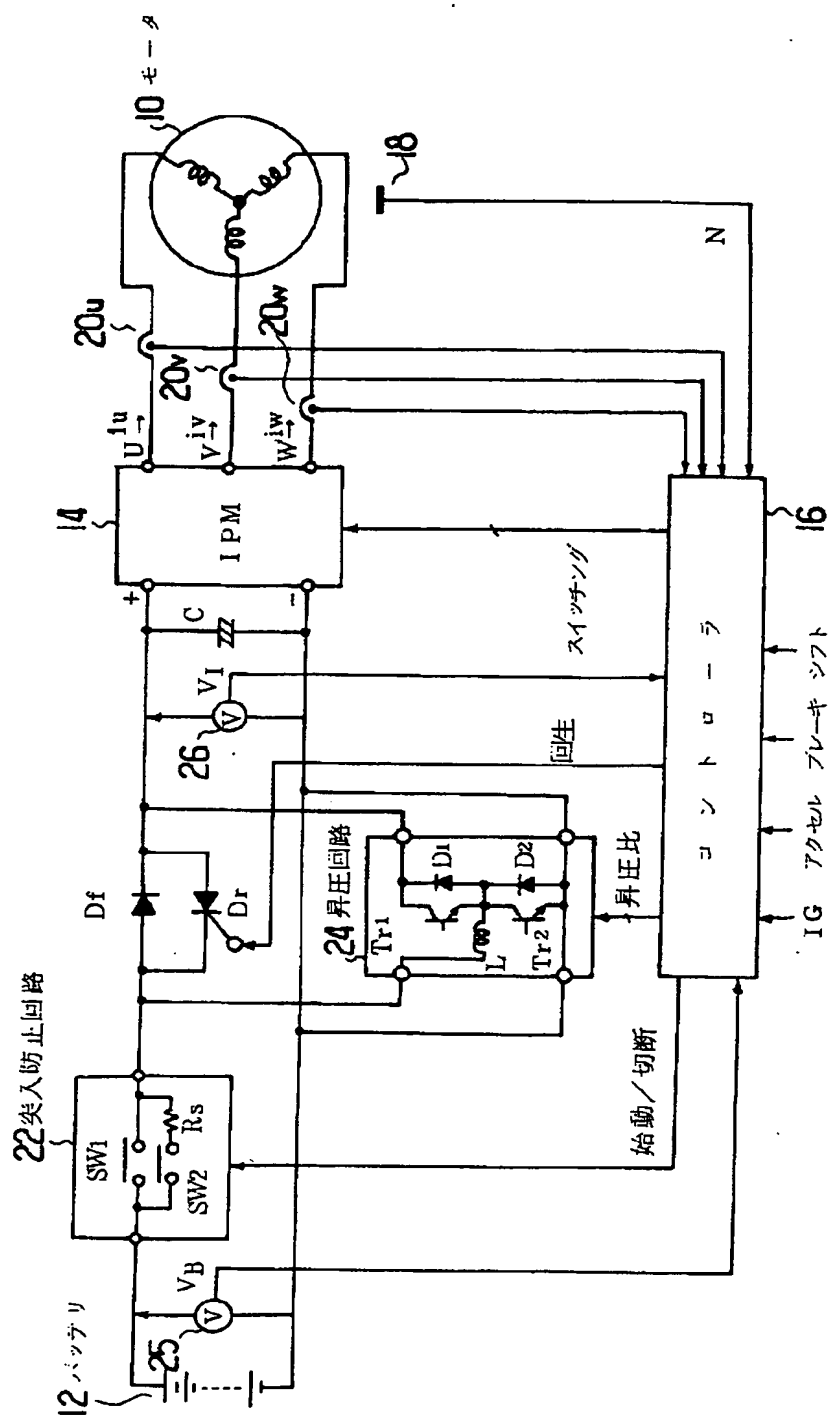
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

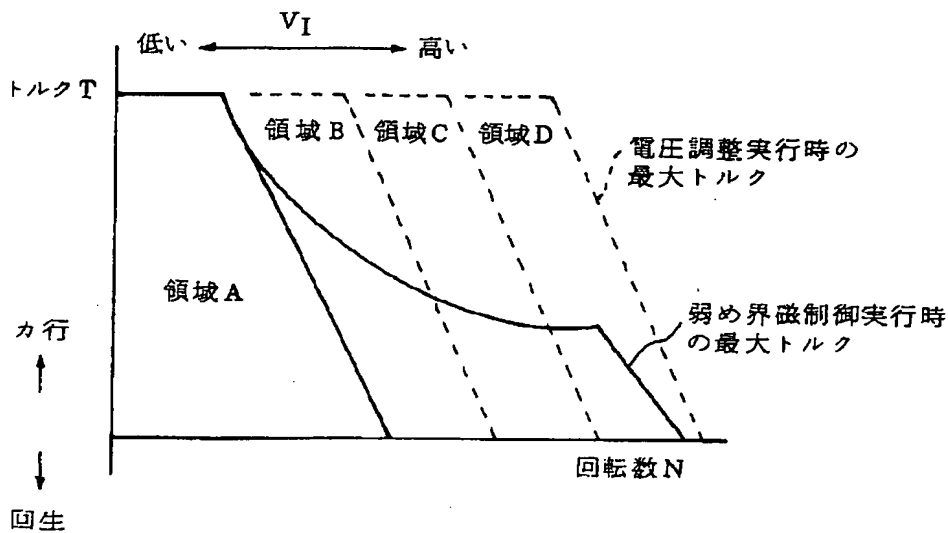
[Drawing 6]



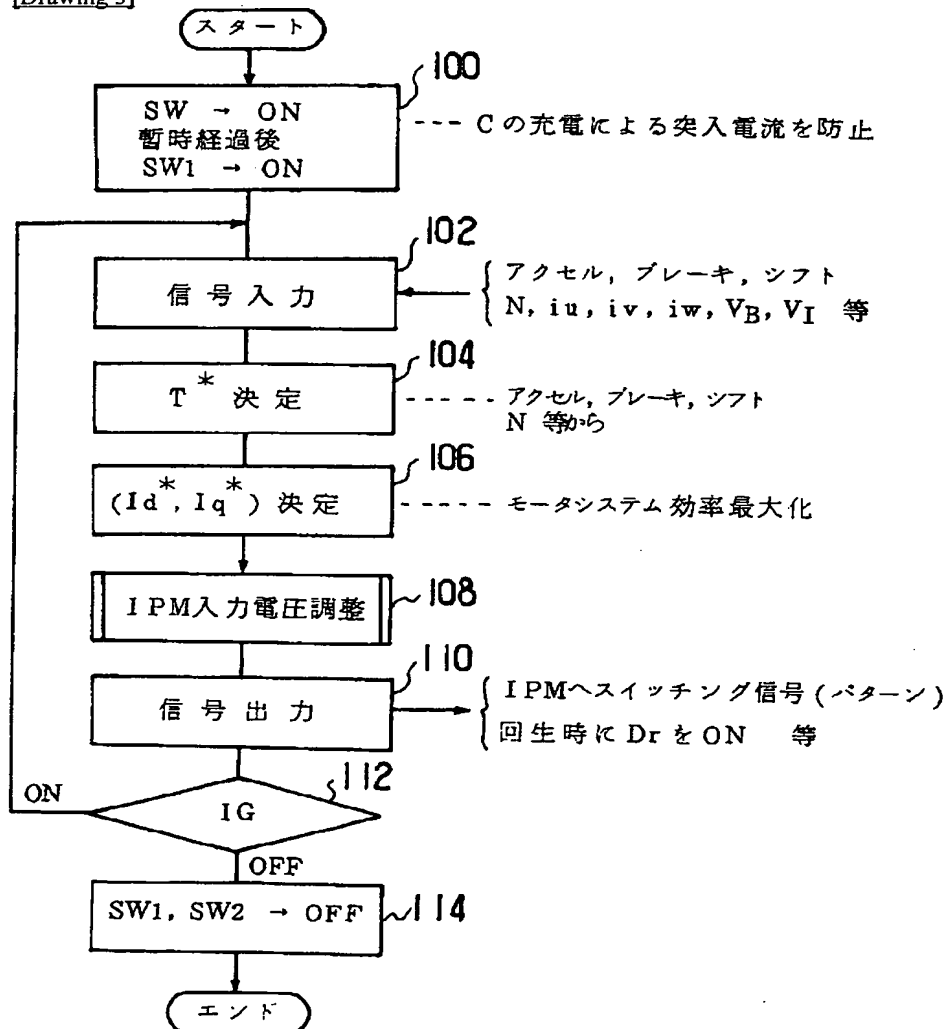
[Drawing 1]



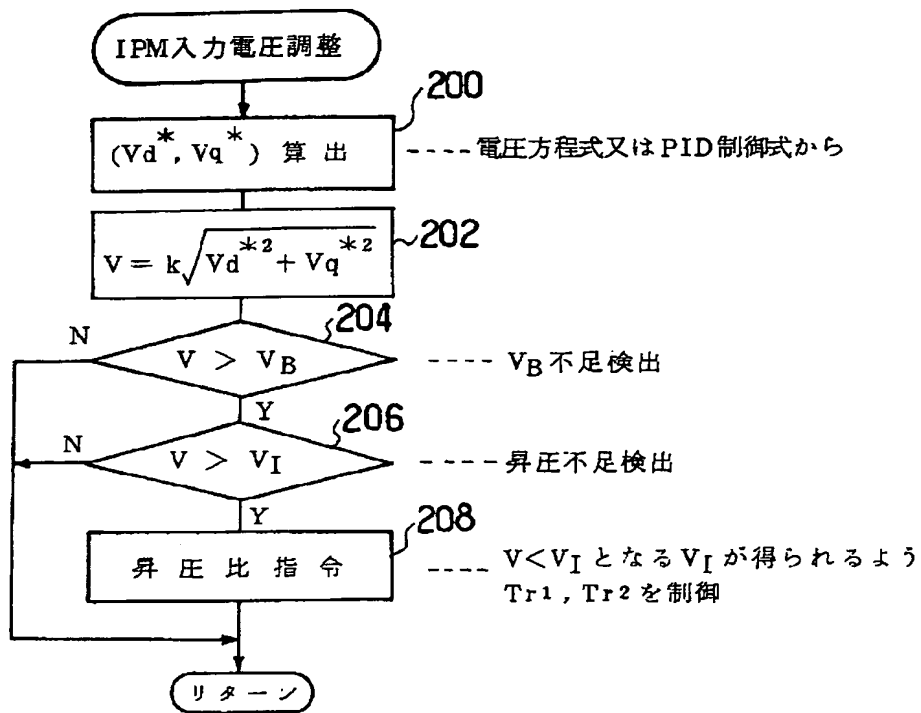
[Drawing 2]



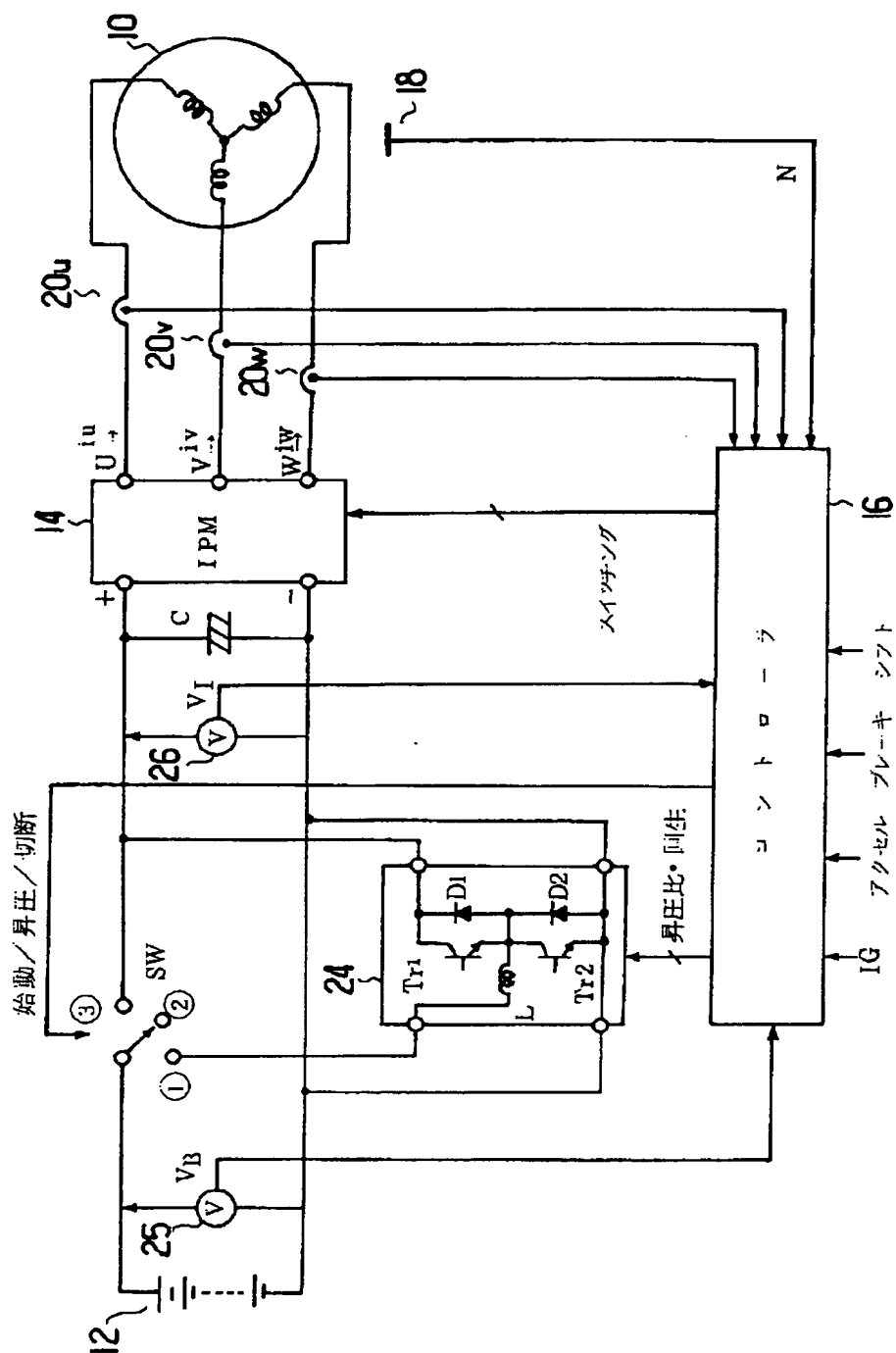
[Drawing 3]



[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]